

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION WAGENINGEN.

Het gehalte aan in water oplosbare koolhydraten van lijnzaad,

DOOR

G. B. VAN KAMPEN.

Bij het onderzoek van een monster lijnkoek werd eenigen tijd geleden aan het Rijkslandbouwproefstation Wageningen door mij de eenigszins verrassende ervaring opgedaan, dat hierin 4 pct. suiker, berekend als saccharose, bleek aanwezig te zijn ¹⁾.

Daar tot heden de aanwezigheid van eene dergelijke, betrekkelijk groote hoeveelheid van FEHLING's oplossing reduceerende stoffen in de praktijk van het voedermiddelenonderzoek niet de aandacht schijnt te hebben getrokken en ook in de litteratuur omtrent het voorkomen van suiker in lijnzaad, voor zoover ik heb kunnen nagaan, geen kwantitatieve gegevens bekend zijn ²⁾, heb ik van verschillende soorten lijnzaad en van de daaruit geslagen koek het suikergehalte bepaald en gevonden, dat dit gehalte wisselt van ongeveer 2 pct. tot 2,5 pct. in het zaad en van ongeveer 3 tot ruim 4 pct. in de overeenkomstige koek ³⁾.

Ook omtrent den *vorm*, waarin de suiker in het lijnzaad voorkomt, heb ik, behalve de reeds vermelde waarneming van BURKHARD, niets positiefs kunnen vinden. Wel is het bekend, dat in lijnzaad een glucosid, nl. amygdaline ⁴⁾ of linamarine ⁵⁾ voorkomt; hieruit is dus onder omstandigheden de vorming van glucose verklaard. Het is echter zeer de vraag, of eene hoeveelheid van 4 pct. suiker in

1) Methoden van onderzoek aan de Rijkslandbouwproefstations 1913, blz. 34.

2) Alleen BURKHARD (Der Zuckergehalt einiger Arten Oelkuchen. Neue Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie, Band XVII, 1886, blz. 206) vermeldt, dat alcoholische extracten van lijn-, raap-, cocos-, niger-, kapok- en palmkernkoeken eene geringe rechtsdraaiing vertoonden. In verband met het feit, dat Fehling's oplossing vóór behandeling met zuren gereduceerd werd, vermoedde hij de aanwezigheid van glucose.

3) Een woord van dank zij hier gebracht aan de Directie van de Emmericher Oliefabriek en aan den Heer J. PRINS te Wormerveer voor de bereidwilligheid, waarmee door hen het voor het onderzoek benodigde materiaal te mijner beschikking gesteld werd.

4) BÖHMER, Die Kraftfuttermittel, blz. 439.

5) WEHMER, Die Pflanzenstoffe.

lijnkoek alleen aan de aanwezigheid van glucosid moet worden toegeschreven.

Onder omstandigheden kunnen de voor het lijnzaad karakteristieke slijmstoffen een bron voor het ontstaan van reduceerende suiker opleveren. Volgens KIRCHNER en TOLLENS ¹⁾ komen de slijmachtige stoffen tot ongeveer 5 à 6 pct. in de opperhuid van het lijnzaad voor. Bij 100° C. bezitten deze de samenstelling $C_6 H_{10} O_5$ en hebben de eigenschap bij hydrolyse ten slotte gedeeltelijk in glucose over te gaan.

BAUER ²⁾ verkreeg door koken van de slijmstoffen met verdund zwavelzuur een reduceerende suiker. Voor zoover dit uit het optreden van slijmzuur bij de oxydatie beoordeeld kan worden, bevatten de slijmachtige stoffen galaktose-leverende groepen.

Verder trof mij het merkwaardige feit (hieronder wordt dit nog nader besproken), dat de microscopische reactie op suiker in hoofdzaak tot de epidermis, dat is de cellaag, die de slijmachtige stoffen afscheidt, beperkt blijft. Door hunne eigenschap om met water op te zwellen, bemoeilijken deze in hooge mate de extractie van de suiker en het afpipetteeren van een gedeelte der te analyseeren oplossing. Ik heb daarom getracht vóór de extractie met water de slijmstoffen onschadelijk te maken. Hiertoe meende ik gebruik te kunnen maken van hunne eigenschap om, na door water te zijn opgezwollen en daarna te zijn ingedroogd, het vermogen tot zwellen te hebben verloren. In de practijk van de olieslagerijen heeft eene dergelijke behandeling dikwijls een ongunstigen invloed op de kwaliteit van het verkregen product. Zoowel bij de persing als bij de extractie ³⁾ leidt men nl. in vele fabrieken stoom in de gekneusde zaden, waardoor de slijmstof tot zwellen wordt gebracht. De rest wordt daarna gedroogd, waardoor een broze massa ontstaat en het in diaetetisch opzicht zoo belangrijke slijm onwerkzaam wordt.

Het na toepassing van die bewerking door mij gevonden suikergehalte, n.l. 2,9 pct, is echter veel te laag. Vermoedelijk duurt het indrogen, in verband met de gemakkelijke ontleedbaarheid van suikers bij hoogere temperatuur, veel te lang; het is te verwachten, dat eene verdamping in het vacuum juistere resultaten zal geven. ⁴⁾ Andere methoden, die bijvoorbeeld berusten op het afzonderen van het plantenslijm, zijn m. i. niet zonder verlies aan oplosbare koolhydraten uit te voeren. Ik heb mij dus voorloopig gehouden aan de in de methoden van onderzoek der Rijkslandbouwproefstations beschreven bepalingwijze.

¹⁾ Journal für Landwirtschaft 1874, blz. 502 en Tollens, Handbuch der Kohlenhydrate, zweite Auflage, erster Band, blz. 225.

²⁾ Landwirtschaftliche Versuchsstationen, 1892, 40 blz. 480.

³⁾ KELLNER, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere, sechs te Auflage, blz. 363.

⁴⁾ Zoodra ik hiertoe in de gelegenheid ben, hoop ik dit te kunnen nagaan.

Omtrent den vorm, waarin de suiker voorkomt, is verder het volgende van belang.

In eene uitvoerige verhandeling van SCHULZE en GODET ¹⁾ omtrent de in verschillende plantenzaden voorkomende koolhydraten wordt ten aanzien van den vorm, waarin deze aanwezig zijn, door hen o. a. het volgende vermeld:

„Man nimmt an, dass die ungekeimten Samen Monosaccharide (Penta- und Hexaglukosen) nicht enthalten. Dieser Annahme entspricht das Ergebnis unserer Versuche, für welche wir die Samen von Arve, gelbe und blaue Lupine, Sojabohne, Kürbis, Hasel, Mandel, Wallnusz, Rotbuche, Ricinus, Kohlrübe und weisser Senf als Objekte verwendeten. Diese Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass wir die zerkleinerten Samen mit warmem Wasser extrahierten und die Extrakte, nachdem sie von den durch Bleiessig fällbaren Substanzen befreit worden waren, in geeigneter Weise mit Fehlingscher Lösung erhitzten; wir erhielten dabei in keinem Falle eine Ausscheidung von Kupferoxydul”.

Wel treedt volgens SCHULZE en FRANKFURT ²⁾ rietsuiker algemeen in de plantenzaden op; van de 27 onderzochte soorten gaven slechts 2, n.l. de zaden van de gele en blauwe lupine, een negatief resultaat. In deze laatste gevallen werd echter door SCHULZE aangenomen, dat er wel saccharose aanwezig was, echter in zóó geringe hoeveelheid, dat het niet mogelijk was deze te isoleren. In alle gevallen toch, waarin door SCHULZE rietsuiker werd aangetoond, geschiedde dit niet door enkele reacties, maar door de suiker als zoodanig *in kristallen*, waarvan dan bovendien nog het soortelijk draaiingsvermogen werd vastgesteld, af te scheiden. En bij deze vrij omslachtige bewerking zijn aanmerkelijke suikerverliezen niet te vermijden.

In overeenstemming met het vermoeden, uitgesproken door BURKHARD en in tegenstelling met de in het algemeen verkregen resultaten van SCHULZE, ³⁾ kon door mij in het lijnzaad slechts glucose en geen saccharose worden aangetoond. Werd n.l. een gedeelte van de uit de grof gemalen en ontvette zaden na extractie met water verkregen oplossing gekookt met FEHLING's proefvocht, dan ontstond een vrij sterk neerslag van cupro-oxyde. Werd daarop na filtratie door asbest het filtraat zuur gemaakt met zoutzuur, even opgekookt en vervolgens weer alkalisch gemaakt met Na OH, dan was bij filtreren door asbest geen spoor van cupro-oxyde meer zichtbaar. Met phenylhydrazine in ajiijnzure oplossing kristalliseerde het karakteristieke glucosazon, terwijl ook de kleurreacties van

¹⁾ Zeitschrift für Physiologische Chemie, 61, 1909, blz. 279.

²⁾ Zeitschrift für Physiologische Chemie XX, blz. 511 en XXVII, blz. 267.

³⁾ Blijkbaar waren SCHULZE en zijne medewerkers onbekend met het door BURKHARD verrichte onderzoek.

SELIWANOFF, IHL-PECHMANN en BERG ¹⁾ alle slechts op de aanwezigheid van glucose wezen.

Door SCHULZE en GODET is ook nagegaan de *localisatie* van de suiker in het zaad; zij onderzochten hiertoe de zaadhuiden en -kernen afzonderlijk. Hierbij veroorzaakte het ontdoen van de zaadhuid bij zaden van geringe afmeting groote moeite, zoodat genoemde onderzoekers in vele gevallen voor het onderzoek op oplosbare koolhydraten de ongeschilde zaden gebruikten. „Das Vorhandensein der Schalen war hier nicht von Nachteil. Denn alle bis jetzt von uns untersuchten Samenschalen enthielten wasserlösliche Kohlenhydrate nur in äusserst geringer Quantität; findet man also in einer Samenart wasserlösliche Kohlenhydrate in beträchtlicher Menge vor, so darf man annehmen, dass dieselben, wenn nicht ganz ausschliesslich, so doch zum allergrössten Teile den Kernen angehören.”

In verband met het voorafgaande is het niet minder merkwaardig, dat het microscopisch onderzoek ²⁾ de localisatie van de suiker in de zaadhuid aantoonde. De reactie met kopersulfaat en kaliloog (1:1) in de koude gaf in de dwarsdoorsnede van het lijnzaad eene fraaie blauwkleuring van de epidermis te zien; gelijktijdig trad in de zaadlobben de eiwitreactie duidelijk op (violetkleuring van de aleuronkorrels). Na verwarming van het praeparaat tot kooktemperatuur was in de epidermiscellen een sterk neerslag van koperoxydule te zien. Na deze behandeling komt dit neerslag eveneens voor in de parenchym- en in de sclerenchymcellen, doch in veel geringere mate dan in de epidermis. In de andere, meer naar binnen gelegen deelen van het zaad, het endosperm en de zaadlobben, was dit niet het geval.

Bij het maken van een overlangsche doorsnede van de zaadhuid is het neerslag ook zeer duidelijk te zien in de wanden van de epidermis.

Uit het voorkomen van de suiker in de zaadhuid en uit het feit, dat deze bij de kieming verloren gaat, moet worden afgeleid, dat de suiker in het lijnzaad niet als reservestof dienst doet, in tegenstelling met de disacchariden en polysacchariden, voorkomende in de kernen van verschillende zaden, waarvan men aanneemt, dat zij als reserve-materiaal fungeeren.

Ten slotte heeft het in het bovenstaande behandelde ook nog een directen practischen kant.

Onder de vele melassemengsels, die als veevoeder in den handel gebracht worden, nemen de zg. Bertels lijnzaadkoekjes met suiker eene voornamelijk plaats in. Bij verschillende monsters, die van dit fabrikaat aan dit proefstation werden onderzocht, was eene garantie

¹⁾ Schoorl, Organische Analyse I, 1911, blz. 127 en 128.

²⁾ Dit werd uitgevoerd door Dr. K. Zijlstra, Afdelingschef aan het Instituut voor Zaadveredeling te Wageningen, wien ik hiervoor ook te dezer plaatse gaarne mijn dank betuig.

voor suiker van 5 pct. verleend, terwijl de gevonden gehalten wisselden van 5,6 tot 6,9 pct. Wanneer men nu bedenkt, dat het suikergehalte van de koek zonder eenige toevoeging reeds ruim 4 pct. kan bedragen, dan begrijpt men welk klein gedeelte van de suiker hier slechts van de melasse afkomstig kan zijn.

Reeds vroeger was alhier door mij en ongeveer gelijktijdig door het proefstation te Goes ¹⁾ hetzelfde geconstateerd ten opzichte van soja- en sojamelassekoek. Bij aankoop van deze laatste is het echter, door het betrekkelijk hooge gehalte aan saccharose van de soja, van nog meer belang, dat men eene garantie voor suiker op de juiste waarde weet te schatten.

Der Gehalt des Leinsamens an wasserlöslichen Kohlenhydraten.

(Kurze Zusammenfassung obiger Ausführungen).

SCHULZE und seine Mitarbeiter haben eine grosse Menge von Pflanzensamen einer ausgedehnten Untersuchung unterworfen in Bezug auf das Vorkommen von wasserlöslichen Kohlenhydraten.

Bei 27 Samenarten gelang es ihnen, die Anwesenheit von Rohrzucker festzustellen, indem sie diesen Zucker in Krystalle absonderten und deren Drehungsvermögen bestimmten. Glukose wurde von ihnen in keinem Falle aufgefunden.

Merkwürdig ist also die Tatsache, dass an der landwirtschaftlichen Versuchsstation Wageningen in Leinkuchen ein ziemlich hoher Gehalt an Glukose konstatiert wurde. Von dieser Anwesenheit habe ich in der Literatur keine kwantitative Angaben finden können. Nur ist im Jahre 1886 von BURKHARD bei der Untersuchung von Lein-, Raps-, Cocosnusz-, Niger-, Kapoek- und Palmkernkuchen ein reduzierender Zucker aufgefunden worden, der nach ihm wahrscheinlich als Glukose zu betrachten ist.

Bei der Untersuchung einiger Muster Leinsamen und der aus diesem durch Pressen hergestellten Kuchen ergab sich nun Folgendes:

1. die in Wasser löslichen Kohlenhydrate sind in der Form von Glukose vorhanden;
2. der Gehalt an Glukose in den Samen wechselt von 2 bis 2,5 Prozent und in den zugehörigen Kuchen von 3 bis ungefähr 4 Prozent;
3. Saccharose fehlt gänzlich.

Bezüglich der Lokalisation des Traubenzuckers im Leinsamen ist von Bedeutung, dass bei mikroskopischer Prüfung bloss die Samenschale sich als Sitz des Zuckers zeigte, im Gegensatz zu den im

¹⁾ Dr. J. C. de Ruyter de Wildt. Het suikergehalte van sojamelassekoek, Cultura 1912, blz. 409.

allgemeinen von SCHULZE und GODET erhaltenen Resultaten. Beide Forscher ziehen nämlich aus ihren Bestimmungen diese Schlussfolgerung: falls man in einer Samenart wasserlösliche Kohlenhydrate in beträchtlicher Menge vorfindet, darf man annehmen, dass dieselben, wenn nicht ganz ausschliesslich, so doch zum allergrössten Teile den Kernen angehören.

Aus dem Vorfinden des Zuckers in den Samenschalen und aus der Tatsache, dass dieselben bei der Keimung verloren gehen, kann man schliessen, dass der Zucker im Leinsamen nicht als Reservematerial dient, im Gegensatz zu den in den Kernen verschiedener Samen enthaltenen Disacchariden und Polysacchariden, an deren Bedeutung als Reservestoffe wohl nicht zu zweifeln ist.

Schliesslich haben die mitgeteilten Untersuchungen ein direktes, praktisches Interesse.

Unter den verschiedenen Melassefuttern, die an die Versuchsstation zur Untersuchung gelangen, gehören auch die sogenannten „Bertels Leinkuchen mit Zucker“. Bei einigen Mustern dieses Fabrikats, welche an der hiesigen Versuchsstation untersucht wurden, war ein Zuckergehalt von 5 Prozent garantiert. Wenn man nun weiss, dass die bei der Analyse gefundenen Zuckermengen wechselten von 5,6 bis 6,9 Prozent und wenn man weiter in Betracht zieht, dass der Zuckergehalt der Leinkuchen ohne etwaigen Zusatz von Melasse bis zu 4 Prozent betragen kann, so ist leicht einzusehen, welcher kleine Teil des Gesamtzuckers in diesem Falle von der Melasse herrührt.

Beim Kaufen von Mischungen von Leinkuchen mit Melasse sollte man also einen garantierten Zuckergehalt auf den richtigen Wert zu schätzen wissen.